

**PRIORITY** DE 99 / 01869  
**DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



01869 / 01869  
ESKU

REC'D	17 SEP 1999
WIPO	PCT

## Bescheinigung

Die ROBERT BOSCH GMBH in Stuttgart/Deutschland und die Heimann Optoelectronics GmbH in Wiesbaden/Deutschland haben eine Patentanmeldung unter der Bezeichnung

"Vorrichtung zur Erfassung elektromagnetischer Strahlung"

am 25. Mai 1999 beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereicht und erklärt, daß sie dafür die Innere Priorität der Anmeldung in der Bundesrepublik Deutschland vom 30. Juni 1998, Aktenzeichen 198 29 027.6, in Anspruch nehmen.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patent- und Markenamt vorläufig das Symbol G 01 J 1/24 der Internationalen Patentklassifikation erhalten.

München, den 4. August 1999

**Deutsches Patent- und Markenamt**

**Der Präsident**

Im Auftrag

**Waasmaier**

Aktenzeichen: 199 23 606.2

R 33818

18.06.1998

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart  
EG & G HEIMANN, 65199 Wiesbaden

"Vorrichtung zur Erfassung elektromagnetischer Strahlung"

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Erfassung elektromagnetischer Strahlung mit lokaler Auflösung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Stand der Technik

Gängige Halbleiterdetektoren, beispielsweise für Infrarotstrahlung, umfassen eine auf einem Halbleitersubstrat aufgebaute Detektorstruktur. Zum Nachweis von Infrarotstrahlung kommen hierbei Detektorarrays bestehend aus sogenannten Thermopile-Sensoren in Frage. Das Substrat der Detektorstruktur wird üblicherweise mit einem Gehäuse verbunden, in das oberhalb der Detektorstruktur ein Schutzfenster eingefaßt ist. Das Schutzfenster ist durchlässig für die nachzuweisende Strahlung und schützt die Detektorstruktur vor störenden Einflüssen der Umgebung, beispielsweise vor Verschmutzung.

In Verbindung mit einem ortsauflösenden Detektorarray kann mit einer solchen Vorrichtung ein bildgebender Sensor

realisiert werden. Bildgebende IR-Sensoren werden beispielsweise für die Kfz-Innenraumüberwachung benötigt. Für ein bildgebendes Verfahren muß ein optisches Abbildungssystem, z. B. eine Abbildungslinse vorgesehen werden, die den abzubildenden Gegenstand auf der Ebene des Detektorarrays abbildet. Herkömmliche Abbildungslinsen mit herkömmlichen Materialien stellen einen erheblichen Kostenfaktor für derartige Sensorsysteme dar. Preiswertere Kunststofflinsen sind in ihrer Anwendung begrenzt, da sie beispielsweise temperaturempfindlich sind.

#### Vorteile der Erfindung

Demgegenüber hat die Erfindung die Aufgabe, eine Vorrichtung zur Erfassung elektromagnetischer Strahlung mit lokaler Auflösung für bildgebende Einsatzzwecke vorzusehen, die kostengünstig herstellbar und montierbar ist.

Dementsprechend zeichnet sich eine erfindungsgemäße Vorrichtung dadurch aus, daß ein mikromechanisch herstellbares, optisches Abbildungssystem vorgesehen wird. Mikromechanisch läßt sich ein solches Abbildungssystem, insbesondere in Form einer Linse, aus Halbleitermaterial, beispielsweise aus Silizium, in großer Stückzahl und kostengünstig fertigen. Die Abbildungseigenschaften sowie die Temperaturstabilität derartiger Systeme sind, insbesondere im Infrarotbereich, ausreichend, um bildgebende Sensoren damit zu bestücken.

---

In einer Weiterbildung der Erfindung wird das mikromechanisch herstellbare Abbildungssystem starr mit dem Halbleitersubstrat der Detektorstruktur verbunden. Diese Verbindung kann beispielsweise durch Montage an einem Schutzgehäuse für die Detektorstruktur vorgenommen werden. Durch die starre Verbindung mit der Detektorstruktur ist die erfindungsgemäße Vorrichtung ohne zusätzlich erforderliche

Justierung des Abbildungssystems einsatzfähig, wodurch der Montageaufwand für die Detektorvorrichtung am Einsatzort verringert wird.

Ein erfindungsgemäßes mikromechanisch herstellbares, optisches Abbildungssystem kann beispielsweise mehrere Linsen umfassen, wodurch ein solches Abbildungssystem besonders für die Verwendung einer Detektorstruktur mit mehreren separaten Detektorelementen geeignet ist. Besonders vorteilhaft ist es hierbei, jeweils eine Linse einem Detektorelement zuzuordnen. In einer Weiterbildung dieser Ausführungsform werden die optischen Achsen der einzelnen Linsen unterschiedlich ausgerichtet, wodurch sich ein großer Erfassungswinkel für eine Raumüberwachung ergibt.

Auch die Kombination einer oder mehrerer Linsen mit jeweils einer Gruppe von Detektorelementen ist je nach Anwendungsfall von Vorteil, beispielsweise um wiederum einen großen Erfassungswinkel einer Detektorstruktur aus mehreren Detektorelementen oder aber um eine lokale Auflösung für eine Gruppe von Detektorelementen zu erzielen.

In einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung wird das optische Abbildungssystem zugleich als Schutzfenster für die Detektorstruktur verwendet. Auf diese Weise wird ein separates Schutzfenster entbehrlich und die erfindungsgemäße Vorrichtung preisgünstiger.

---

Bei einer Ausführung mit Schutzgehäuse wird somit das optische Abbildungssystem, z. B. eine oder mehrere mikromechanische Linse bevorzugt an Stelle des bisherigen Schutzfensters in der entsprechenden Fassung des Schutzgehäuses befestigt.

Andere Aufbauten sind jedoch ohne weiteres ebenfalls denkbar, so kann beispielsweise das mikromechanische Abbildungssystem

über Abstandshalter mit dem Substrat der Detektorstruktur verbunden werden.

Eine solche Verbindung kann beispielsweise durch Kleben oder durch anodisches Bonden, etc. bewerkstelligt werden. Sämtliche bekannten und künftigen Verbindungsarten im Halbleiterbereich, insbesondere bei Silizium, können hierfür Anwendung finden.

Ein aus mehreren Linsen bestehendes sogenanntes Linsenarray wie oben angeführt kann beispielsweise mit Hilfe von mikromechanischen Abstandshaltern als Zwischenträger mit geringen Abstandstoleranzen starr mit dem Detektorarray verbunden werden. Durch eine starre Verbindung wird die Vorrichtung ohne weitere Justierung einsatzfähig.

Einzelne Detektorelemente einer Detektorstruktur können hierbei durch optische Trennwände voneinander getrennt werden. Diese Trennwände, die beispielsweise durch die Oberfläche eines beispielsweise wabenförmig ausgebildeten Zwischenträgers gebildet werden können, können ein unerwünschtes Überkoppeln von Strahlung auf ein benachbartes Detektorelement verhindern. Ein solcher Zwischenträger wird vorzugsweise aus einem infrarot-undurchlässigen Material, wie z. B. Pyrexglas gefertigt.

Zur Verringerung der Transmission durch eine solche Trennwand ~~kann weiterhin eine entsprechende Beschichtung der Trennwand~~ vorgesehen werden.

Das mikromechanische Abbildungssystem wird bevorzugt, wie oben angeführt, auf einem Halbleitersubstrat aufgebaut. Neben der kostengünstigen Fertigung ergibt sich der zusätzliche Vorteil, daß das Substrat des Abbildungssystems gut mit dem Substrat der Detektorstruktur zu verbinden ist, beispielsweise auf eine der oben angedeuteten Möglichkeiten.

Besonders vorteilhaft ist es hierbei, wenn das Substrat des optischen Abbildungssystems und das Substrat des Detektorsystems das gleiche Material aufweisen, so daß eine Verbindung zwischen den beiden Substraten ohne weiteres möglich ist. Gegebenenfalls kann auch ein Abstandshalter das gleiche Material aufweisen. Die Verwendung von Silizium ist hierbei besonders geeignet.

In einer weiteren vorteilhaftesten Ausführungsform der Erfindung wird die Detektorstruktur auf der Rückseite des Substrats des optischen Abbildungssystems angebracht. Hierdurch wird eine besonders kompakte Detektorvorrichtung realisiert. Die Detektorstruktur kann hierbei ebenso wie im vorgenannten Ausführungsbeispiel mit Abstandshaltern als separate Struktur auf das Substrat des Abbildungssystems aufgesetzt und mit diesem verbunden werden. Die Justierung des Abbildungssystems zum Detektor kann in dieser Ausführung ebenso wie im oben beschriebenen Beispiel mit Abstandshaltern bereits auf Waferebene vor der Vereinzelung der einzelnen Sensoren vorgenommen werden. Dies bedeutet, daß zwei Wafer mit einer Vielzahl von mikromechanischen Abbildungssystemen und einer Vielzahl von Detektorstrukturen zueinander justiert und miteinander befestigt werden, bevor durch Auftrennen der Wafer die einzelnen Sensoren separiert werden. Die Justierung ist dadurch besonders einfach und hochpräzise vorzunehmen.

---

~~In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung~~ wird die Detektorstruktur auf der Rückseite des Substrats des Abbildungssystems in monolithischer Bauweise aufgebaut. In diesem Fall ist die komplette Anordnung bestehend aus Abbildungssystem und Detektorstruktur auf einem Wafer aufgebaut. Diese Ausführungsform wäre gewissermaßen die am höchsten entwickelte Ausführungsvariante der Erfindung mit entsprechend großen Vorteilen hinsichtlich dem Fertigungsaufwand und der Justierung.

Bei einem monolithischen Aufbau wie oben angeführt empfiehlt sich ein Detektoraufbau, der von der Rückseite her bestrahlt wird. Dies bedeutet, daß das Substrat, auf dem die Detektorstruktur aufgebaut ist, für die nachzuweisende Strahlung durchlässig sein muß.

Zum Aufbau bewährter Thermopile-Sensoren in dieser Bauweise ist es sinnvoll, eine Membran z. B. aus Silizium-Nitrid aufzubauen, um eine zu große Wärmediffusion der beim Auftreffen der nachzuweisenden Strahlung entstehenden Wärme zu vermeiden. Diese Wärme wird durch entsprechende Thermopileelemente nachgewiesen. Eine solche Membran kann bei monolithischer Bauweise beispielsweise durch anisotropes Ätzen einer Kaverne und/oder Herausätzen einer porösen Schicht hergestellt werden. Sämtliche geeignete mikromechanischen Herstellungsverfahren, insbesondere auch künftige Fertigungsverfahren, können hierfür verwendet werden.

#### Ausführungsbeispiel

Verschiedene Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden nachfolgend an Hand der Figuren näher erläutert.

Im einzelnen zeigen

---

Fig. 1 eine schematische Schnittdarstellung einer ersten Ausführungsvariante der Erfindung,

Fig. 2 eine Fig. 1 entsprechenden Darstellung einer zweiten Ausführungsvariante,

Fig. 3 eine entsprechende Darstellung einer dritten Ausführungsvariante,

Fig. 4 eine weitere Ausführung der Erfindung in monolithischer Bauweise und

Fig. 5 eine besondere Ausführungsform mit einem sogenannten Linsenarray.

Die Vorrichtung 1 gemäß Fig. 1 umfaßt eine Montageplatte 2, auf der ein Substrat (10) mit einer Detektorstruktur 3 aufgebaut ist. Die Detektorstruktur 3 ist vereinfacht dargestellt und kann beispielsweise eine Vielzahl von Thermopilesensoren enthalten.

Ein Schutzgehäuse 4 deckt die Detektorstruktur 3 ab und schützt diese vor störenden Umwelteinflüssen, beispielsweise vor Verschmutzung. Oberhalb der Detektorstruktur 3 ist eine mikromechanische Linse 5 als Schutzfenster in dem Schutzgehäuse 4 eingefaßt. Hierdurch kann mit der Vorrichtung 1 ein bildgebendes Verfahren durchgeführt werden. Die bildgebenden Eigenschaften durch die Linse 5 sind durch zwei Strahlengänge 6 schematisch angedeutet.

In dieser Ausführungsform wird eine separate Linse entbehrlich, wodurch neben einem Materialaufwand auch eine aufwendige Justierung entfallen kann. Zudem läßt sich eine mikromechanische Linse 5 gemäß dem Ausführungsbeispiel in großer Stückzahl kostengünstig fertigen.

---

Das weiterführende Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2 zeigt wiederum eine erfindungsgemäße Vorrichtung 1, wobei die mikromechanische Linse 5 ohne Schutzgehäuse über Abstandshalter 7 mit dem Substrat 10 der Detektorstruktur 3 verbunden ist. Unterhalb der Detektorstruktur 3 ist in dieser Figur eine Kaverne 8 eingezeichnet, wodurch das Substrat 2 im Bereich der Detektorstruktur 3 eine dünne Membran 9 bildet. Die dünne Membran 9 verhindert ein zu schnelles Abfließen der



durch die eintreffende Strahlung entstehenden Wärme. Diese Wärme wird durch Thermopileelemente nachgewiesen. Durch die Eingrenzung der Wärmediffusion durch die dünne Ausbildung der Membran 9 wird somit die Empfindlichkeit der Vorrichtung 1 verbessert.

Die Ausbildung gemäß Fig. 2 kann bereits fertigungstechnisch so hergestellt werden, daß die Justierung zwischen der Linse 5 und dem Substrat 2 gleichzeitig für eine Vielzahl von jeweils auf einem Wafer vorliegendem Bauelement vorgenommen wird. Nach Herstellung der Verbindung zwischen der Linse 5 und dem Substrat 2 über die Abstandshalter 7 kann anschließend die Vereinzelung erfolgen, wobei jede Sensorvorrichtung 1 gleichermaßen gut justiert ist.

In der Vorrichtung gemäß Fig. 3 ist die Membran 9 der Detektorstruktur 3 bereits unmittelbar mit dem Substrat 10 der mikromechanischen Linse 5 verbunden. Die mikromechanische Linse 5 ist als Wölbung auf dem Substrat 10 ausgebildet, während die Membran 9 auf der Rückseite des Substrats 10 angebracht ist. Die Membran 9 mit der Detektorstruktur 3 kann beispielsweise separat aufgebaut und anschließend mit dem Substrat 10 der Linse 5, beispielsweise durch Bonden oder Kleben, verbunden werden. Wie im vorgenannten Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2 ist hier eine Justierung und Verbindung zeitgleich für eine Vielzahl von Bauelementen durch Aneinanderfügen von zwei Wafern vor der Vereinzelung der einzelnen Sensoren 1 möglich. Die Ausführungsform gemäß Fig. 3 stellt die kleinste Bauweise für eine erfindungsgemäße Vorrichtung unter den beschriebenen Ausführungsbeispielen dar.

In einer Weiterbildung dieser Ausführung wird die gesamte Vorrichtung 1 monolithisch durch mikromechanische Fertigungsverfahren auf einem Substrat aufgebaut. Die Kaverne 8 befindet sich in der Ausführung gemäß Fig. 3 zwischen der

Rückseite der Linse 5 und der Membran 9. Bei monolithischer Bauweise muß diese Kaverne nach Herstellung der Membran ausgebildet werden. Dies kann durch Ätzen, beispielsweise anisotropes Ätzen oder Ätzen an einer dafür vorgesehenen porösen Schicht, einer sogenannten Opferschicht, vorgenommen werden. Für die monolithische Bauweise stehen wiederum alle derzeit bekannten und künftigen mikromechanischen Fertigungstechniken zur Verfügung.

Die Darstellung gem. Fig. 4 zeigt eine mit dem vorgenannten Beispiel vergleichbare Ausführungsform in monolithischer Bauweise, wobei die Kaverne 8 im Inneren des Substrats 10 angebracht ist, so daß sich die Membran 9 und die Detektorstruktur 3 auf der ebenen Rückseite des Substrats 10 befinden.

In Fig. 3 und Fig. 4 ist die Detektorstruktur 3 auf der Rückseite der Membran 9 angedeutet, wie dies im Falle einer monolithischen Bauweise vorzusehen wäre. In diesem Fall ist dafür Sorge zu tragen, daß die Membran 9 für die nachzuweisende Strahlung 6 durchlässig ist.

Im Falle eines Infrarotsensors käme hierfür beispielsweise die Verwendung von Silizium als Substratmaterial in Frage. Silizium wäre weiterhin ein geeignetes Material, auch für die vorgenannten Ausführungsbeispiele, sowohl für den Aufbau der Detektorstruktur 3 als Substrat 10 sowie für den Aufbau der mikromechanischen Linse 5. Silizium ist ein vergleichsweise preiswerter Halbleiter und ermöglicht somit die kostengünstige Fertigung der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

Fig. 5 zeigt eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung mit einem Linsenarray 11, das mehrere nebeneinander liegende Linsen 12 umfaßt.

Die Detektorstruktur 3 umfaßt verschiedene Detektorelemente 13, die auf einer Membran 9 liegen. Um das Abfließen der durch die Detektorelemente 13 nachzuweisenden Wärme zu vermindern, wurde eine Kaverne 8 im Substrat 10 hergestellt.

Das mikromechanische Linsenarray 11 ist über Abstandshalter 7 sowie die Detektorelemente 13 umgebenden Zwischenträger 14 starr mit der Detektorstruktur 3 verbunden, wobei die Zwischenwände 15 der Zwischenträger 14 für Infrarotstrahlung undurchlässig ausgeführt sind, um ein Überkoppeln der Wärmestrahlung auf ein benachbartes Detektorelement 13 zu verhindern. Die schematisch eingezeichneten optischen Achsen 16 der einzelnen Linsen 12 des Linsenarrays 11 sind gegeneinander geneigt, um unterschiedliche Raumwinkelbereiche auf die Detektorelemente abzubilden.

Die Zwischenträger 14 sind vorzugsweise wabenförmig ausgebildet, so daß sie flächig ohne Zwischenräume nebeneinander aufgebaut werden können.

---

Bezugszeichenliste:

- |    |                        |
|----|------------------------|
| 1  | Vorrichtung            |
| 2  | Montageplatte          |
| 3  | Detektorstruktur       |
| 4  | Schutzgehäuse          |
| 5  | mikromechanische Linse |
| 6  | Strahlengang           |
| 7  | Abstandshalter         |
| 8  | Kaverne                |
| 9  | Membran                |
| 10 | Substrat               |
| 11 | Linsenarray            |
| 12 | Linse                  |
| 13 | Detektorelement        |
| 14 | Zwischenträger         |
| 15 | Zwischenwand           |
| 16 | optische Achse         |
-

Ansprüche:

1. Vorrichtung zur Erfassung elektromagnetischer Strahlung, insbesondere mit lokaler Auflösung für bildgebende Sensoren, wobei eine auf einem Halbleitersubstrat aufgebaute Detektorstruktur und ein Schutzfenster für die Detektorstruktur vorhanden sind, dadurch gekennzeichnet, daß ein mikromechanisch herstellbares, optisches Abbildungssystem vorgesehen ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß das optische Abbildungssystem eine mikromechanisch herstellbare Linse (5) umfaßt.
3. Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche dadurch gekennzeichnet, daß das optische Abbildungssystem (5) starr mit der Detektorstruktur (3) verbunden ist.
4. Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche dadurch gekennzeichnet, daß die Detektorstruktur mehrere separate Detektorelemente und das optische Abbildungssystem mehrere Linsen umfaßt, wobei jeweils eine Linse einem Detektorelement zugeordnet ist.
5. Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche ~~dadurch gekennzeichnet, daß eine oder mehrere Linsen jeweils~~  
für eine Gruppe von Detektorelementen vorgesehen sind.
6. Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche dadurch gekennzeichnet, daß das optische Abbildungssystem (5) das Schutzfenster bildet.

7. Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche dadurch gekennzeichnet, daß das optische Abbildungssystem (5) in ein Schutzgehäuse (4) gefaßt ist.

8. Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche dadurch gekennzeichnet, daß Abstandhalter (7) zwischen dem Substrat (10) der Detektorstruktur (3) und dem optischen Abbildungssystem (5) vorgesehen sind.

9. Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche dadurch gekennzeichnet, daß einzelne Detektorelemente durch optische Trennwände voneinander getrennt sind.

10. Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche dadurch gekennzeichnet, daß die optischen Trennwände zur Verringerung der Transmission beschichtet sind.

11. Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche dadurch gekennzeichnet, daß das mikromechanische optische Abbildungssystem (5) auf einem Halbleitersubstrat aufgebaut ist.

12. Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche dadurch gekennzeichnet, daß das mikromechanische Abbildungssystem (5) und das Substrat der Detektorstruktur (3) aus dem gleichen Material bestehen.

---

13. Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche dadurch gekennzeichnet, daß das mikromechanische Abbildungssystem und/oder das Substrat (10) der Detektorstruktur (3) wenigstens teilweise aus Silizium bestehen.

- 14 -

14. Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche dadurch gekennzeichnet, daß die Detektorstruktur (3) auf der Rückseite des Substrats (10) des optischen Abbildungssystems (5) aufgebracht sind.

15. Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche dadurch gekennzeichnet, daß eine Membran (9) als Träger der Detektorstruktur (3) ausgebildet ist.

16. Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche dadurch gekennzeichnet, daß die Detektorstruktur (3) Thermoelemente umfaßt.

17. Verfahren zur Herstellung einer Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche dadurch gekennzeichnet, daß das optische Abbildungssystem (5) und die Detektorstruktur (3) durch Verbindung zweier Wafer vor der Vereinzelung einzelner Vorrichtungen (1) hergestellt werden.

18. Verfahren zur Herstellung einer Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche dadurch gekennzeichnet, daß das optische Abbildungssystem (5) und die Detektorstruktur (3) monolithisch mikromechanisch hergestellt werden.

---

Zusammenfassung:

Es wird eine Vorrichtung (1) zur Erfassung elektromagnetischer Strahlung mit lokaler Auflösung für bildgebende Verfahren vorgeschlagen, die kostengünstig herstellbar und montierbar ist. Dies wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, daß ein mikromechanisch herstellbares, optisches Abbildungssystem (5) vorgesehen wird.

---



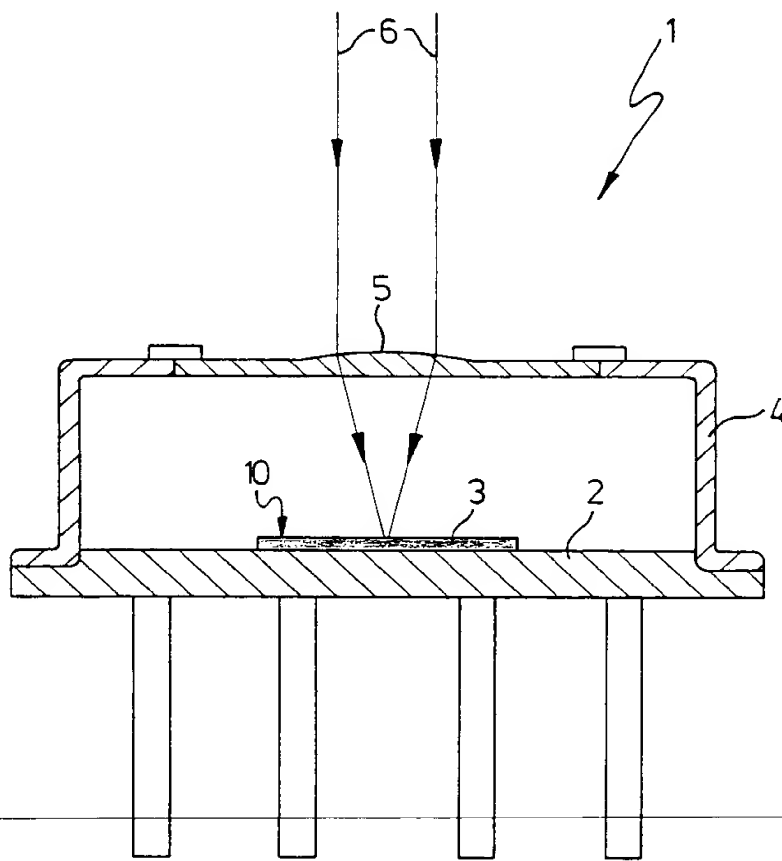


Fig. 1

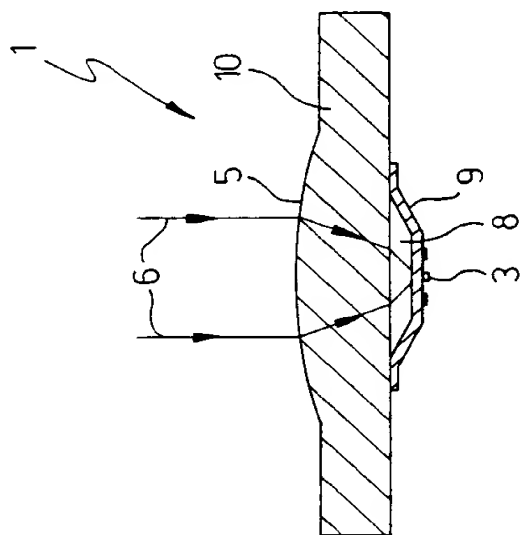


Fig. 3

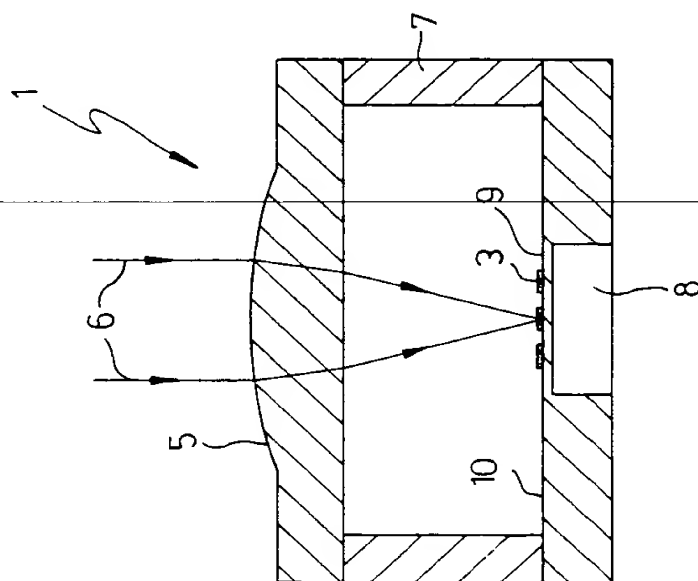


Fig. 2

3/4

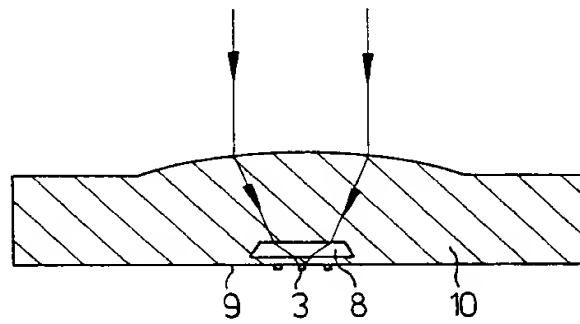


Fig. 4

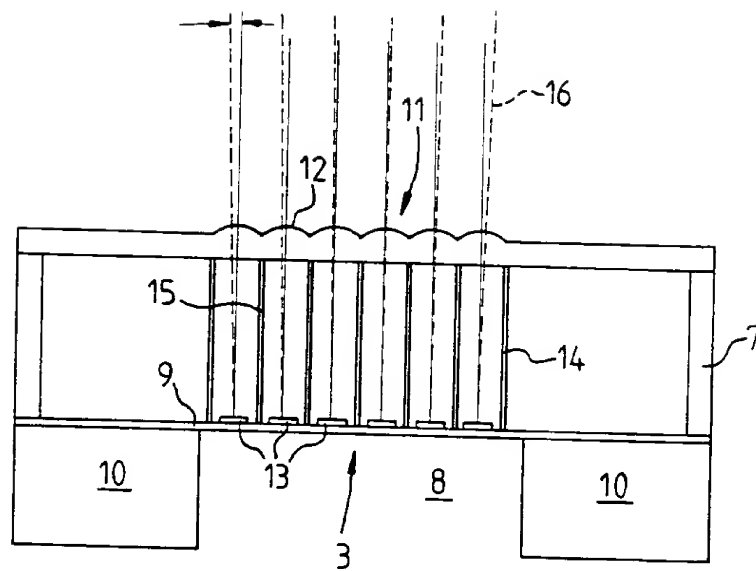


Fig. 5